

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 102 05 970 A 1

51 Int. Cl.⁷:
F 02 M 47/02

21 Aktenzeichen: 102 05 970.5
22 Anmeldetag: 14. 2. 2002
43 Offenlegungstag: 4. 9. 2003

DE 102 05 970 A 1

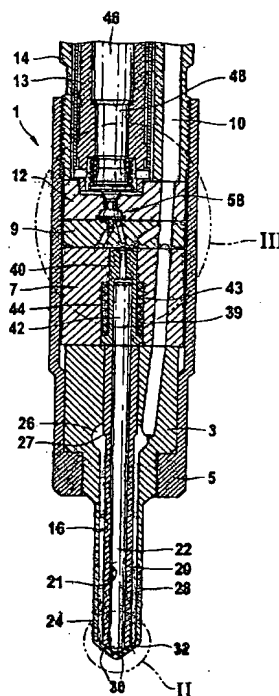
71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Pötz, Detlev, 70193 Stuttgart, DE; Boehland, Peter,
71672 Marbach, DE; Kuegler, Thomas, 70825
Korntal-Münchingen, DE; Koeninger, Andreas,
75245 Neulingen, DE; Nunic, Predrag, 70469
Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

57 Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1), in dem in einer Bohrung (16) eine äußere Ventalnadel (20) und eine darin geführte innere Ventalnadel (22) angeordnet sind. Die äußere Ventalnadel (20) steuert durch eine Längsbewegung eine äußere Einspritzöffnungsreihe (130) und die innere Ventalnadel (22) ebenfalls durch eine Längsbewegung eine innere Einspritzöffnungsreihe (230), welchen Einspritzöffnungsreihen (130; 230) Kraftstoff durch einen im Gehäuse (1) ausgebildeten Hochdruckkanal (10) mit einem Einspritzdruck zugeführt wird. Im Gehäuse (1) ist ein Steuerdruckraum (52) ausgebildet, der mit dem Hochdruckkanal (10) verbindbar ist und durch dessen Druck zumindest mittelbar eine Schließkraft auf die innere Ventalnadel (22) ausgeübt wird. Der Hochdruckkanal (10) ist mit einem Steuerraum (50) verbunden, durch dessen Druck zumindest mittelbar eine Schließkraft auf die äußere Ventalnadel (20) ausgeübt wird, wobei der Steuerraum (50) mit dem Steuerdruckraum (52) verbunden ist. Im Gehäuse (1) ist ein Steuer Ventil (58) angeordnet, durch das der Steuerraum (50) mit einem Leckölraum (78) verbindbar ist (Fig. 1).



DE 102 05 970 A 1

[0001] Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen nach der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Ein derartiges Kraftstoffeinspritzventil ist beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 41 15 477 A1 bekannt. In einem Gehäuse befindet sich eine äußere Ventilmadel und eine darin geführte innere Ventilmadel. Beide Ventilmadeln wirken mit ihrem brennraumseitigen Ende mit einer Ventilsitzfläche zusammen, in der zwei Reihen von Einspritzöffnungen ausgebildet sind. Die äußere Einspritzöffnungsreihe wird hierbei von der äußeren Ventilmadel gesteuert, die innere Einspritzöffnungsreihe entsprechend von der inneren Ventilmadel. Durch einen im Gehäuse ausgebildeten Hochdruckkanal wird den Einspritzöffnungen Kraftstoff unter hohem Druck zugeleitet, der gesteuert von den Ventilmadeln durch die Einspritzöffnungen austritt und von dort in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

[0002] Im Gehäuse des Kraftstoffeinspritzventils ist ein Steuerraum ausgebildet, dessen Druck auf die Stirnseite eines Druckkolbens wirkt, der mit der inneren Ventilmadel verbunden ist. Auf diese Weise ergibt sich über den Druck im Steuerraum eine Schließkraft auf die innere Ventilmadel, die diese in Anlage an der Ventilsitzfläche hält. Der Steuerraum kann über ein Steuerventil mit dem Einspritzdruck verbunden oder auch in einen Lecködraum entlastet werden, so dass auf diese Weise der Druck im Steuerraum gesteuert werden kann. Die Öffnungskraft auf die innere bzw. äußere Ventilmadel wird im genannten Stand der Technik durch Beaufschlagung mit Kraftstoffdruck einer jeweils an den Ventilmadeln ausgebildeten Druckfläche erzeugt, wobei der Druck, bei dem die Ventilmadeln öffnen, als Öffnungsdruck bezeichnet wird.

[0003] Das bekannte Kraftstoffeinspritzventil weist hierbei jedoch den Nachteil auf, dass die Schließkraft auf die äußere Ventilmadel nicht hydraulisch erzeugt wird, sondern über eine fest vorgespannte Schließfeder. Deshalb ist der Öffnungsdruck der äußeren Ventilmadel nicht regelbar, und es kann durch die äußere Einspritzöffnungsreihe nur mit einem Mindestdruck, der dem Öffnungsdruck der äußeren Ventilmadel entspricht, eingespritzt werden. Darüber hinaus weist der Stand der Technik den Nachteil auf, dass das Steuerventil, welches den Druck im Steuerraum regelt, als 3/2-Wege-Ventil mit Schiebersitz ausgebildet ist, so dass es relativ kompliziert und damit teuer in der Herstellung ist. Es ist bei dem bekannten Kraftstoffeinspritzventil somit nicht möglich, den Einspritzquerschnitt beliebig zu steuern.

Vorteile der Erfindung

[0004] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass sowohl die innere als auch die äußere Ventilmadel über lediglich ein Steuerventil ansteuerbar sind. Im Gehäuse ist ein Steuerraum ausgebildet, der mit dem Hochdruckkanal und darüber hinaus mit einem Steuerdruckraum verbunden ist. Durch den Druck im Steuerraum wird eine Schließkraft auf die äußere Ventilmadel zumindest mittelbar ausgeübt. Im Gehäuse ist ein Steuerventil ausgebildet, durch das der Steuerraum mit einem Lecködraum verbindbar ist, so dass der Druck im Steuerraum und, wegen der Verbindung mit dem Steuerraum, auch im Steuerdruckraum über das Steuerventil deutlich unter den Einspritzdruck absenkbar ist, so dass sich die Schließkraft auf die innere bzw. die äußere Ventilmadel steuern lässt.

Über eine geeignete Schaltcharakteristik des Steuerventils und durch geeignet dimensionierte Zu- bzw. Abläufe des Steuerraums und dessen Verbindung mit dem Steuerdruckraum lässt sich eine separate Ansteuerung der äußeren Ventilmadel oder wahlweise beider Ventilmadeln erreichen.

[0005] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung weist das Steuerventil einen mit dem Steuerraum verbundenen Ventilraum auf und ein Ventilglied, das durch einen Aktor gesteuert wird. Der Aktor ist hierbei vorteilhafterweise als elektrischer Aktor ausgebildet und hierbei insbesondere als Piezo-Aktor. Hierdurch lässt sich das Ventilglied präzise steuern und das Ventilglied unmittelbar auf die gewünschte Position fahren.

[0006] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wirkt das Ventilglied in einer ersten Schaltstellung mit einem ersten Ventilsitz zusammen und in einer zweiten Schaltstellung mit einem zweiten Ventilsitz, wobei der Ventilraum in der ersten Schaltstellung gegen den Lecködraum abgedichtet ist und in der zweiten Schaltstellung mit dem Lecködraum verbunden ist. Durch dieses Ventilglied lässt sich der Druck im Steuerraum präzise und ohne nennenswerte zeitliche Verzögerung steuern.

[0007] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Ventilraum des Steuerventils über einen Verbindungskanal mit dem Hochdruckkanal verbindbar, wobei das Ventilglied bei seiner Anlage am zweiten Ventilsitz den Verbindungskanal verschließt. Bei Entlastung des Steuerraums wird somit der Verbindungskanal unwirksam und stört die weitere Funktion der Druckregelung im Steuerraum nicht. Bei Betätigung des Steuerventils und Bewegung des Ventilgliedes zum ersten Ventilsitz wird der Hochdruckkanal freigegeben, und es kann Kraftstoff mit dem Einspritzdruck in den Ventilraum und von dort in den Steuerraum strömen. Hierdurch wird nach Beendigung der Einspritzung sehr schnell ein hoher Druck im Steuerraum aufgebaut, so dass sich eine starke Schließkraft auf die äußere Ventilmadel und damit auch auf die innere Ventilmadel ergibt.

[0008] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist im Gehäuse ein äußerer Druckkolben angeordnet, der mit der äußeren Ventilmadel verbunden ist und dessen Stirnfläche den Steuerraum begrenzt. Auf diese Weise ergibt sich eine hydraulische Kraft durch den Druck im Steuerraum auf die Stirnfläche des äußeren Druckkolbens, so dass eine Schließkraft auf die äußere Ventilmadel ausgeübt wird. Durch die Trennung der Funktion der druckbeaufschlagten Druckfläche und der Ventilmadel lassen sich beide Teile getrennt voneinander optimieren.

[0009] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kommt der äußere Druckkolben bei der Öffnungshubbewegung der äußeren Ventilmadel an einer Wand des Steuerraums zur Anlage, so dass die Verbindung des Steuerraums zum Hochdruckkanal unterbrochen wird. Hierdurch strömt bei geöffnetem Kraftstoffeinspritzventil kein Kraftstoff mehr in den Steuerraum, so dass die Lecköolverluste des Kraftstoffeinspritzventils minimiert werden.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Steuerdruckraum im äußeren Druckkolben ausgebildet und durch eine Bohrung im äußeren Druckkolben mit dem Steuerraum verbunden. Diese Konstruktion erlaubt eine direkte Ansteuerung der inneren Ventilmadel, die sich in der äußeren Ventilmadel befindet, und ergibt darüber hinaus eine sehr platzsparende Konstruktion.

[0011] In einer vorteilhaften Ausgestaltung herrscht im Lecködraum ein gegenüber dem Einspritzdruck deutlich niedrigerer Druck, vorzugsweise Atmosphärendruck. Je niedriger der Druck im Lecködraum, desto größer sind die Druckunterschiede gegenüber dem Einspritzdruck, so dass sich entsprechend auch größere Kräfte auf die innere bzw.

äußere Ventilnadel realisieren lassen und damit kürzere Schaltzeiten.

[0012] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Zeichnung und der Beschreibung entnehmbar.

Zeichnung

[0013] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils gezeigt. Es zeigt

[0014] Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil in seinem wesentlichen Bereich,

[0015] Fig. 2 eine Vergrößerung von Fig. 1 im Bereich des brennraumseitigen Endes des Einspritzventils, wobei dieser Ausschnitt in Fig. 1 mit II bezeichnet ist,

[0016] Fig. 3 eine Vergrößerung von Fig. 1 im mit III bezeichneten Bereich und

[0017] Fig. 4 einen Querschnitt durch den in Fig. 3 gezeigten Ausschnitt entlang der Linie IV-IV.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0018] In Fig. 1 ist ein Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil dargestellt. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Gehäuse 1 auf, das einen Ventilkörper 3, einen Zwischenkörper 7, eine Zwischenscheibe 9, einen Steuerkörper 12 und einen Haltekörper 14 umfasst, wobei diese Bauteile in der aufgezählten Reihenfolge jeweils aneinander anliegen. Alle diese Teile des Gehäuses 1 werden hierbei durch eine Spannmutter 5 mit ihren Anlageflächen aneinander gepresst. Im Gehäuse 1 ist ein Hochdruckkanal 10 ausgebildet, der an einem Ende mit einer in der Zeichnung nicht dargestellten Kraftstoffhochdruckquelle verbunden ist und durch den Haltekörper 14, den Steuerkörper 12, die Zwischenscheibe 9 und den Zwischenkörper 7 bis in den Ventilkörper 3 reicht. Im Ventilkörper 3 mündet der Hochdruckkanal 10 in einen Druckraum 26, der als radiale Erweiterung einer im Ventilkörper 3 ausgebildeten Bohrung 16 ausgeführt ist. Die Bohrung 16 wird an ihrem brennraumseitigen Ende von einer Sitzfläche 24 verschlossen, wobei in der Sitzfläche 24 Einspritzöffnungen 30 ausgebildet sind, die die Bohrung 16 mit dem Brennraum der Brennkraftmaschine verbinden. In der Bohrung 16 ist eine kolbenförmige, äußere Ventilnadel 20 angeordnet, die in einem brennraumabgewandten Abschnitt der Bohrung 16 dichtend geführt ist. Die äußere Ventilnadel 20 verjüngt sich ausgehend vom geführten Abschnitt dem Brennraum zu unter Bildung einer Druckschulter 27 und geht an ihrem brennraumseitigen Ende in eine Ventildichtfläche 32 über, mit der sie an der Sitzfläche 24 in Schließstellung anliegt. Zwischen der äußeren Ventilnadel 20 und der Wand der Bohrung 16 ist ein Ringkanal 28 ausgebildet, der den Druckraum 26 mit der Sitzfläche 24 verbindet, wobei die Druckschulter 27 auf Höhe des Druckraums 26 angeordnet ist. In Schließstellung verschließt die äußere Ventilnadel 20 die Einspritzöffnungen 30 gegen den Kraftstoff im Ringkanal 28, so dass nur bei von der Sitzfläche 24 abgehobener äußerer Ventilnadel 20 Kraftstoff den Einspritzöffnungen 30 zuströmen kann. [0019] Die äußere Ventilnadel 20 ist als Hohl-nadel ausgeführt und weist eine Längsbohrung 21 auf. In der Längsbohrung 21 ist eine innere Ventilnadel 22 längsverschiebbar angeordnet, die mit ihrem brennraumseitigen Ende ebenfalls an der Sitzfläche 24 in Schließstellung zur Anlage kommt. In Fig. 2 ist eine Vergrößerung des mit II bezeichneten Ausschnitts von Fig. 1 dargestellt, also der Bereich der Sitzfläche 24. Die Einspritzöffnungen 30 in der Sitzfläche 24 sind

in einer äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 und einer inneren Einspritzöffnungsreihe 230 gruppiert. Die äußere Ventilnadel 20 weist an ihrem brennraumseitigen Ende eine konische Ventildichtfläche 32 auf, die einen größeren Öffnungswinkel aufweist als die ebenfalls konisch ausgebildete Sitzfläche 24. Hierdurch ist an der äußeren Kante der Dichtfläche 32 eine Dichtkante 34 ausgebildet, die in Schließstellung der äußeren Ventilnadel 20 an der Sitzfläche 24 zur Anlage kommt. Die Dichtkante 34 ist hierbei stromaufwärts zur äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 angeordnet, so dass bei Anlage der Dichtkante 34 an der Sitzfläche 24 die Einspritzöffnungen der äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 gegen den Ringkanal 28 abgedichtet werden. Am brennraumseitigen Ende der inneren Ventilnadel 22 ist eine konische Druckfläche 36 ausgebildet, welche ihrerseits an eine ebenfalls konische Konusfläche 38 grenzt, die das Ende der inneren Ventilnadel 22 bildet. Am Übergang der Druckfläche 36 zur Konusfläche 38 ist eine Dichtkante 37 ausgebildet, die in Schließstellung der inneren Ventilnadel 22 an der Sitzfläche 24 zur Anlage kommt. Die Anlage der Dichtkante 37 erfolgt hierbei zwischen der äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 und der inneren Einspritzöffnungsreihe 230, so dass bei Anlage der inneren Ventilnadel 22 an der Sitzfläche 24 nur die innere Einspritzöffnungsreihe 230 gegen den Ringraum 28 abgedichtet wird, nicht jedoch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130.

[0020] Fig. 3 zeigt eine Vergrößerung von Fig. 1 im mit III bezeichneten Ausschnitt, also im Bereich von Zwischenkörper 7, Zwischenscheibe 9 und Steuerkörper 12. Im Zwischenkörper 7 ist eine Kolbenbohrung 45 ausgebildet, in der ein Druckkolben 40 angeordnet ist, der mit seinem brennraumzugewandten Ende an der äußeren Ventilnadel 20 anliegt. Durch eine radiale Erweiterung der Kolbenbohrung 45 ist ein Federraum 43 ausgebildet, in dem zwischen einer Anlagefläche 41 des Federraums 43 und einer Ringfläche 39 des äußeren Druckkolbens 40 eine Schließfeder 44 unter Druckvorspannung angeordnet ist, die den äußeren Druckkolben 40 auf einem Teil seiner Länge umgibt. Durch die Vorspannung der Schließfeder 44 wird der äußere Druckkolben 40 in Richtung des Ventilkörpers 3 gedrückt und damit auch die äußere Ventilnadel 20 in Richtung der Sitzfläche 24. Im äußeren Druckkolben 40 ist eine Führungsbohrung 47 in Längsrichtung ausgebildet, in der ein innerer Druckkolben 42 geführt ist, der mit seinem brennraumseitigen Ende an der inneren Ventilnadel 22 anliegt. Der innere Druckkolben 42 ist im äußeren Druckkolben 40 längsverschiebbar und bewegt sich synchron mit der inneren Ventilnadel 22.

[0021] Durch die Kolbenbohrung 45, die brennraumabgewandte Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40 und die Zwischenscheibe 9 wird ein Steuerraum 50 begrenzt, der über eine im äußeren Druckkolben 40 ausgebildete Verbindungsbohrung 55 mit einem Steuerdruckraum 52 verbunden ist, der von der Führungsbohrung 47 und der brennraumabgewandten Stirnseite 53 des inneren Druckkolbens 42 begrenzt wird. Der Steuerraum 50 ist über eine Zulaufdrossel 70 mit dem Hochdruckkanal 10 verbunden und über eine Ablaufdrossel 72 mit einem im Steuerkörper 12 ausgebildeten Ventilraum 68. Im Ventilraum 68 ist ein Ventilglied 60 angeordnet, das im wesentlichen halbkugelförmig ausgebildet ist und ein Steuerventil 58 bildet. Die abgeflachte Seite ist der Zwischenscheibe 9 zugewandt, während die halbkugelförmige Seite des Ventilglieds 60 mit einem Druckstück 48 verbunden ist, das in einem im Haltekörper 14 angeordneten Aufnahmekörper 13 geführt ist. Das Druckstück 48 ist hierbei durch einen Aktor 46 längsverschiebbar und bewegt dadurch auch das Ventilglied 60 im Ventilraum 68, wobei der Aktor hierbei beispielsweise als Piezo-Aktor ausgebildet

ist. Das Druckstück 48 wird von einem Leckölraum 78 umgeben, der wegen seiner Verbindung mit einem in der Zeichnung nicht dargestellten Leckölssystem stets einen niedrigen Druck aufweist. Der Zwischenscheibe 9 abgewandt ist im Ventilraum 68 ein erster Ventilsitz 62 ausgebildet, an dem das Ventilielid 60 mit seiner kugelförmigen Ventildichtfläche 66 zur Anlage gelangen kann. Dem ersten Ventilsitz 62 gegenüberliegend ist im Ventilraum 68 ein zweiter Ventilsitz 64 ausgebildet, an dem das Ventilielid 60 mit der abgeflachten Seite zur Anlage kommen kann. Durch Anlage des Ventilielids 60 am zweiten Ventilsitz 64 wird ein Verbindungskanal 74 verschlossen, der ebenfalls in den Ventilraum 68 mündet und der über einen Querkanal 76 mit dem Hochdruckkanal 10 verbunden ist. Fig. 4 zeigt einen Querschnitt durch Fig. 3 entlang der Linie IV-IV. Der Verlauf des Querkanal 76 als eine halbkreisförmige Nut an der dem Zwischenkörper 7 zugewandten Anlagefläche der Zwischenscheibe 9 wird hier deutlich. In dem dort dargestellten Querschnitt ist auch gut die Zulaufdrossel 70, die Ablaufdrossel 72, der Verbindungskanal 74 und der Hochdruckkanal 10 sichtbar.

[0022] Die Funktion des Kraftstoffeinspritzventils ist wie folgt: Zu Beginn des Einspritzzyklus befindet sich das Kraftstoffeinspritzventil in Schließstellung, d. h. sowohl die äußere Ventilnadel 20 als auch die innere Ventilnadel 22 sind in Anlage an der Sitzfläche 24 und verschließen sowohl die innere Einspritzöffnungsreihe 230 als auch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130. Da das Ventilielid 60 am ersten Ventilsitz 62 anliegt, sind sowohl der Steuerdruckraum 50 als auch der Steuerdruckraum 52 über die Zulaufdrossel 70 mit dem Hochdruckkanal 10 verbunden, so dass sowohl im Steuerdruckraum 50 als auch im Steuerdruckraum 52 der hohe Kraftstoffdruck des Hochdruckkanals 10 herrscht, der dem Einspritzdruck entspricht. Die Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40 weist eine größere hydraulisch wirksame Fläche auf als die Druckschulter 27 der äußeren Ventilnadel 20, so dass die äußere Ventilnadel 20 in Schließstellung verbleibt. Die Kraft der Schließfeder 44 spielt hierbei nur eine untergeordnete Rolle; die Schließfeder 44 dient hauptsächlich dazu, die äußere Ventilnadel 20 in Schließstellung zu halten, wenn die Brennkraftmaschine nicht arbeitet. Auch im Ventilraum 68 herrscht durch die Verbindung über den Verbindungskanal 74 und auch über die Ablaufdrossel 72 der Druck im Hochdruckkanal 10. Im Leckölraum 78 herrscht dagegen ein niedriger Druck, der in der Regel etwa dem Atmosphärendruck entspricht.

[0023] Soll eine Einspritzung stattfinden, so wird der Aktor 46 betätigt, und das Ventilielid 60 bewegt sich zusammen mit dem Druckstück 48 vom ersten Ventilsitz 62 weg zum zweiten Ventilsitz 64. Hierdurch wird der Ventilraum 68 mit dem Leckölraum 78 verbunden, so dass der Ventilraum 68 und auch der Steuerdruckraum 50 über die Ablaufdrossel 72 druckentlastet werden. Durch die Anlage des Ventilielids 60 am zweiten Ventilsitz 64 wird der Verbindungskanal 74 verschlossen, so dass in den Ventilraum 68 kein Kraftstoff mehr über den Querkanal 76 zufließen kann. Die Zulaufdrossel 70 und die Ablaufdrossel 72 sind dabei so dimensioniert, dass der Druck im Steuerdruckraum 50 zwar abfällt, aber nicht auf das Niveau des Leckölraums 78. Durch den abfallenden Druck im Steuerdruckraum 50 erniedrigt sich die hydraulische Kraft auf die Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40, so dass jetzt die hydraulische Kraft auf die Druckschulter 27 überwiegt. Die äußere Ventilnadel 20 hebt daraufhin von der Sitzfläche 24 ab, und Kraftstoff strömt aus dem Ringraum 28 zur äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 und wird von dort in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Durch das Abheben der äußeren Ventilnadel 20 wird jetzt auch die Druckfläche 36 der inneren Ven-

tilnadel 22 vom Kraftstoff beaufschlagt, jedoch reicht diese Kraft nicht aus, die hydraulische Kraft auf die Stirnseite 53 des inneren Druckkolbens 42 zu überwinden, da der Druck im Steuerdruckraum 50 hierfür noch zu hoch ist. Die äußere Ventilnadel 20 bzw. der äußere Druckkolben 40 bewegen sich solange vom Brennraum weg, bis die Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40 an der Zwischenscheibe 9 zur Anlage kommt.

[0024] Wenn beabsichtigt ist, beispielsweise für eine Piloteneinspritzung, nur durch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130 Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine einzuspritzen, so muss zu diesem Zeitpunkt durch die Betätigung des Aktors 46 das Ventilielid 60 erneut bewegt werden, so dass die Verbindung des Ventilraums 68 zum Leckölraum 78 unterbrochen wird. Hierdurch wird die Verbindung des Hochdruckkanals 10 über den Verbindungskanal 74 zum Ventilraum 68 wieder hergestellt, so dass Kraftstoff mit Einspritzdruck aus dem Hochdruckkanal 10 über die Ablaufdrossel 72 und über die Zulaufdrossel 70 in den Steuerdruckraum 50 strömt. Dort baut sich erneut ein hohes Kraftstoffdruckniveau auf, das den äußeren Druckkolben 40 und damit auch die äußere Ventilnadel 20 wieder zurück in die Schließstellung drückt.

[0025] Ist hingegen vorgesehen, durch den gesamten Einspritzquerschnitt, d. h. durch sämtliche Einspritzöffnungen 30 einzuspritzen, so verbleibt das Ventilielid 60 in Anlage am zweiten Ventilsitz 64. Durch die Anlage der Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40 an der Zwischenscheibe 9 wird die Zulaufdrossel 70 verschlossen. Der Druck im Steuerdruckraum 52 kann somit über die Ablaufdrossel 72 und die Verbindung des Ventilraums 68 zum Leckölraum 78 weiter abfallen, bis die hydraulische Kraft auf die Druckfläche 36 der inneren Ventilnadel 22 größer ist als die hydraulische Kraft auf die Stirnseite 53 des inneren Druckkolbens 42. Die innere Ventilnadel 22 hebt jetzt mit der Dichtkante 37 von der Sitzfläche 24 ab, und Kraftstoff wird zusätzlich durch die innere Einspritzöffnungsreihe 230 eingespritzt. Die Einspritzung wird auch hier dadurch beendet, dass der Aktor 46 betätigt wird, so dass das Ventilielid 60 wieder zurück in Anlage an den ersten Ventilsitz 62 fährt. In der bereits oben beschriebenen Weise wird nun wieder Kraftstoffhochdruck in den Steuerdruckraum 50 und über die Verbindungsbohrung 55 auch in den Steuerdruckraum 52 geleitet. Hierdurch schließen sowohl die innere Ventilnadel 22 als auch die äußere Ventilnadel 20 die Einspritzöffnungen 30 wieder gegen den Ringkanal 28.

[0026] Neben der Zeitsteuerung für das Öffnen nur der äußeren Einspritzöffnungsreihe kann ein selektives Öffnen auch durch eine Mittelstellung des Steuerventils 58 erreicht werden. Das Ventilielid 60 wird mittels des Piezo-Aktors 48 in eine Mittelstellung zwischen dem ersten Ventilsitz 62 und dem zweiten Ventilsitz 64 gefahren, so dass sämtliche Verbindungen zum Ventilraum 68 geöffnet sind. Hierdurch fließt einerseits Kraftstoff aus dem Ventilraum 68 in den Leckölraum 78, andererseits über den Verbindungskanal 74 ständig in den Ventilraum 68, so dass sich nur ein gewisser Druckabfall im Ventilraum 68 einstellt, der noch deutlich über dem Druck des Leckölraums 78 liegt. Dieser Druck reicht aus, um die innere Ventilnadel 22 in ihrer Schließstellung zu halten, die Schließkraft auf die äußere Ventilnadel 20 ist jedoch soweit reduziert, dass diese öffnet. Die Einspritzung wird auch hier wieder in der bereits oben beschriebenen Art und Weise durch Schalten des Steuerventils 58 beendet.

[0027] Der Aktor 46 ist in diesem Ausführungsbeispiel vorzugsweise ein Piezo-Aktor. Das Ventilielid 60 im Ventilraum 68 benötigt für seine Funktion nur einen geringen Hub, wie er in der Regel von einem Piezo-Aktor aufge-

bracht werden kann. Notfalls kann ein hydraulischer Übersetzer vorgesehen werden, mit dem größere Hübe realisiert werden können und der aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt ist. Darüber hinaus bieten Piezo-Aktoren den Vorteil, dass sie äußerst schnell schalten können. Es ist so ohne Probleme in der oben beschriebenen Art und Weise möglich ist, eine präzise Voreinspritzung nur durch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130 durchzuführen.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1), in dem in einer Bohrung (16) eine äußere Ventilnadel (20) und eine darin geführte innere Ventilnadel (22) angeordnet sind, wobei die äußere Ventilnadel (20) in einer Schließposition an einem am brennraumseitigen Ende des Gehäuses (1) angeordneten Ventilsitz (24) zur Anlage kommt und durch eine Längsbewegung in einer Öffnungsrichtung eine äußere Einspritzöffnungsreihe (130) aufsteuert, und die innere Ventilnadel (22) ebenfalls an dem Ventilsitz (24) in einer Schließposition anliegt und durch eine Längsbewegung in einer Öffnungsrichtung eine innere Einspritzöffnungsreihe (230) aufsteuert, welchen Einspritzöffnungsreihen (130; 230) im aufgesteuerten Zustand der Ventilnadeln (20; 22) Kraftstoff unter Druck aus einen im Gehäuse (1) ausgebildeten Druckraum (26) zufließt und von dort in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird, und mit einer Druckschulter (27), die an der äußeren Ventilnadel (20) ausgebildet ist und die vom Kraftstoffdruck im Druckraum (26) beaufschlagt wird, so dass sich dadurch eine in Öffnungsrichtung wirkende Kraft auf die äußere Ventilnadel (20) ergibt, und mit einer Druckfläche (36) an der inneren Ventilnadel (22), die nach Abheben der äußeren Ventilnadel (20) vom Ventilsitz (24) vom Kraftstoffdruck in Öffnungsrichtung beaufschlagt wird, und mit einem im Gehäuse (1) verlaufenden Hochdruckkanal (10), der in den Druckraum (26) mündet und in dem stets Kraftstoff unter hohem Druck anliegt, und mit einem kraftstoffgefüllten Steuerdruckraum (52), dessen Druck steuerbar ist und durch dessen Druck zumindest mittelbar eine Schließkraft auf die innere Ventilnadel (22) ausgeübt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Gehäuse (1) ein kraftstoffgefüllter Steuerraum (50) ausgebildet ist, durch dessen Druck zumindest mittelbar eine Schließkraft auf die äußere Ventilnadel (20) ausgeübt wird, und mit einer Zulaufdrossel (70), durch welche der Steuerraum (50) mit dem Hochdruckkanal (10) verbunden ist, und mit einer Ablaufdrossel (72), über die der Steuerraum (50) mit einem drucklosen Leckölraum (78) verbindbar ist, wobei die Ablaufdrossel (72) durch ein Steuerventil (58) verschließbar ist und die Ablaufdrossel (72) und die Zulaufdrossel (70) so dimensioniert ist, dass bei geöffneter Ablaufdrossel (72) mehr Kraftstoff aus dem Steuerraum (50) abfließt als durch die Zulaufdrossel (70) zufließt, und mit einer Verbindung (55) zwischen dem Steuerraum (50) und dem Steuerdruckraum (52), wobei der Steuerdruckraum (52) bis auf die Verbindung (55) abgeschlossen ist und wobei die Verbindung (55) so dimensioniert ist, dass beim Öffnen der Ablaufdrossel (72) durch das Steuerventil (58) zuerst der Druck im Steuerraum (50) abfällt und erst mit einer zeitlichen Verzögerung auch im Steuerdruckraum (52).

2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerventil (58) einen mit dem Steuerraum (50) verbundenen Ventilraum (68)

und ein durch einen Aktor (46) steuerbares Ventilglied (60) aufweist.

3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (60) des Steuerventils (58) durch einen elektrischen Aktor (46) bewegt wird.

4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Aktor (46) ein Piezo-Aktor ist.

5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (60) in einer ersten Schaltstellung mit einem ersten Ventilsitz (62) und in einer zweiten Schaltstellung mit einem zweiten Ventilsitz (64) zusammenwirkt, wobei der Ventilraum (68) in der ersten Schaltstellung gegen den Leckölraum (78) abgedichtet ist und in der zweiten Schaltstellung mit dem Leckölraum (78) verbunden ist.

6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilraum (68) über einen Verbindungskanal (74; 76) mit dem Hochdruckkanal (10) verbindbar ist, wobei das Ventilglied (60) bei seiner Anlage am zweiten Ventilsitz (64) den Verbindungskanal (74) verschließt.

7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Ventilglied (60) in eine Mittelstellung bringen lässt, so dass das Ventilglied (60) weder am ersten Ventilsitz (62) noch am zweiten Ventilsitz (64) anliegt.

8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Gehäuse (1) ein äußerer Druckkolben (40) angeordnet ist, der mit der äußeren Ventilnadel (20) verbunden ist und dessen Stirnfläche (51) den Steuerraum (50) begrenzt, so dass durch die hydraulische Kraft auf diese Stirnfläche (51) eine Schließkraft auf die äußere Ventilnadel (20) ausgeübt wird.

9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der äußere Druckkolben (40) bei der Öffnungsbewegung der äußeren Ventilnadel (10) an einer Wand des Steuerraums (50) zur Anlage kommt und dadurch die Zulaufdrossel (70) unterbricht, die den Steuerraum (50) mit dem Hochdruckkanal (10) verbindet.

10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerdruckraum (52) im äußeren Druckkolben (40) ausgebildet ist und dass die Verbindung mit dem Steuerraum (50) als Verbindungsbohrung (55) im äußeren Druckkolben (40) ausgebildet ist.

11. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Leckölraum (78) stets ein gegenüber dem Einspritzdruck deutlich niedrigerer Druck herrscht, vorzugsweise Atmosphärendruck.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

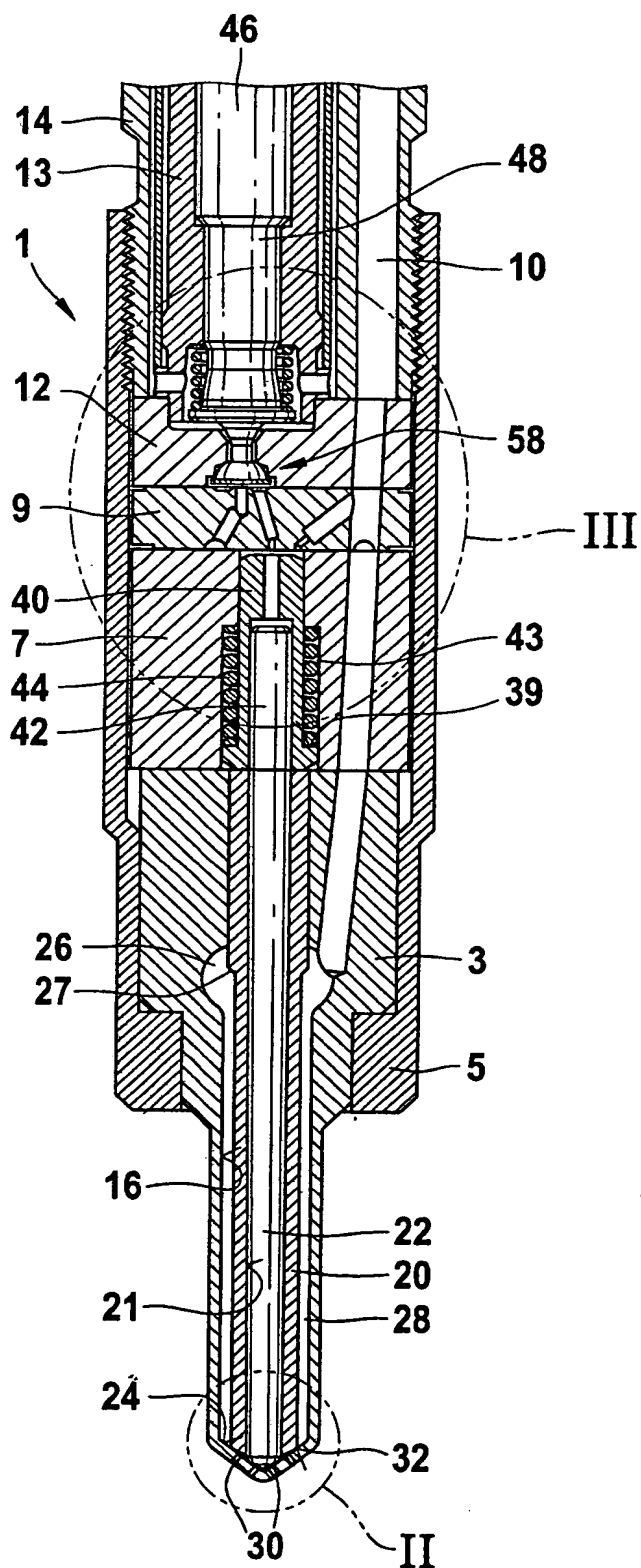


Fig. 2

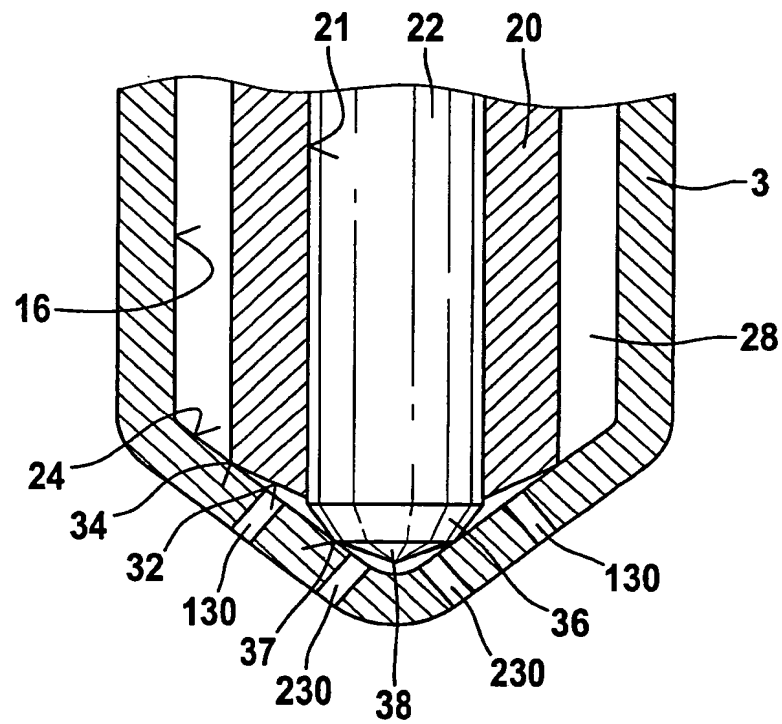


Fig. 3

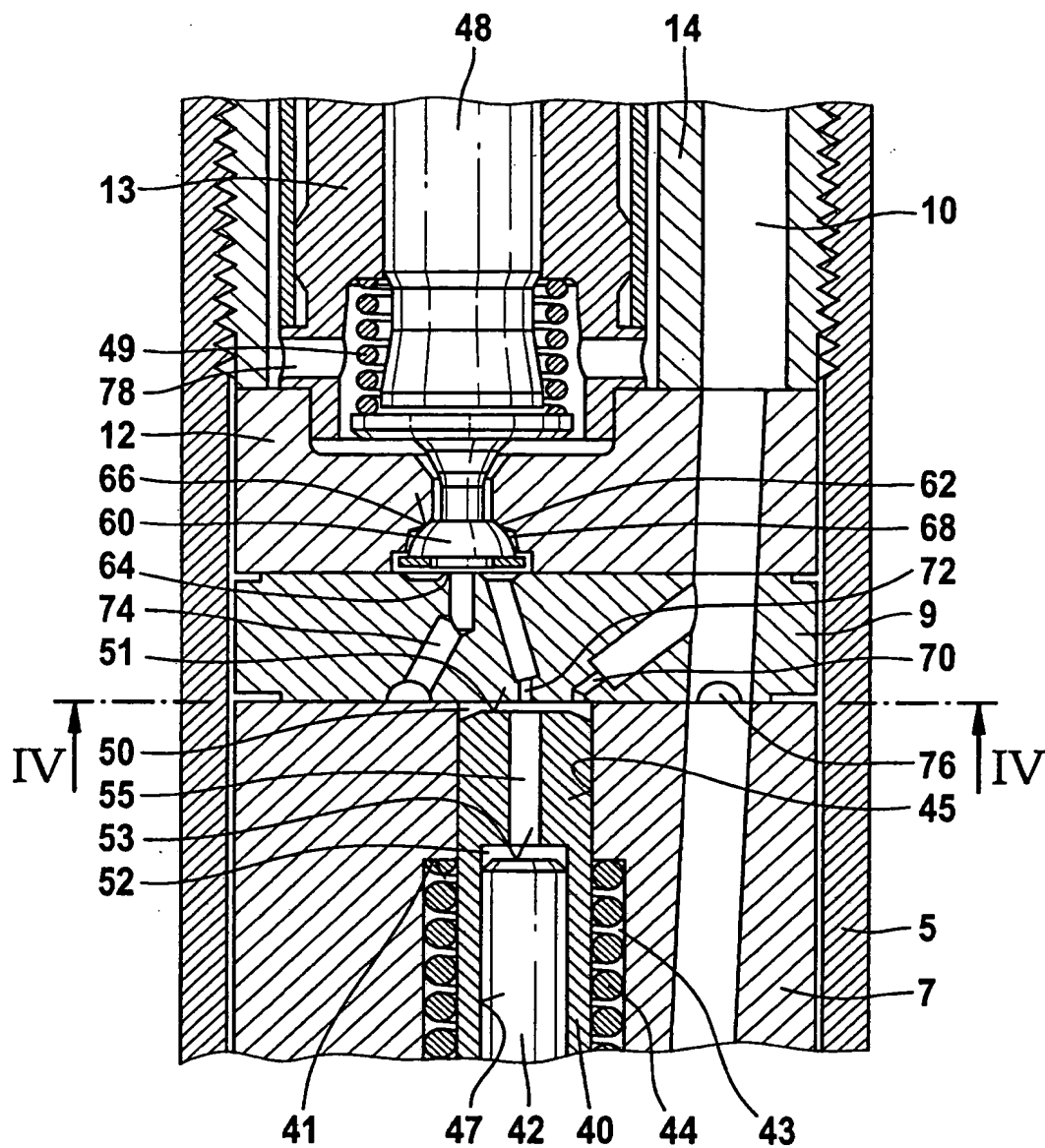


Fig. 4

